

Helsinki 30.7.2004

ETUOIKEUSTODISTUS  
PRIORITY DOCUMENT



Hakija  
Applicant

Dekati Oy  
Tampere

Patenttihakemus nro  
Patent application no

20030938

Tekemispäivä  
Filing date

24.06.2003

Kansainvälinen luokka  
International class

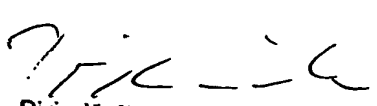
G01N

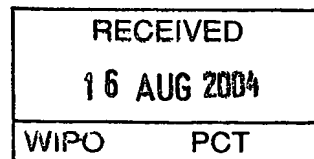
Keksinnön nimitys  
Title of invention

"Menetelmä ja anturilaite hiukkaspäästöjen mittaamiseksi polttomoottorin pakokaasuista"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.

  
Pirjo Kaila  
Tutkimussihteeri



BEST AVAILABLE COPY

Maksu 50 €  
Fee 50 EUR

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1027/2001 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1027/2001 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500 Telefax: 09 6939 5328  
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500 Telefax: + 358 9 6939 5328  
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

## MENETELMÄ JA ANTURILAITE HIUKKASPÄÄSTÖJEN MITTAAMISEKSI POLTTOMOOTTORIN PAKOKAASUISTA

5      Keksintö kohdistuu oheisen itsenäisen patenttivaatimuksen 1 johdanto-  
osan mukaiseen menetelmään hiukkaspäästöjen mittaamiseksi  
polttomoottorin pakokaasuista. Keksintö kohdistuu lisäksi menetelmän  
toteuttavaan anturilaitteeseen oheisen itsenäisen patenttivaatimuksen  
8 mukaisesti.

### 10    Taustaa

Liikenteen, erityisesti tieliikenteen pakokaasupäästöt muodostavat  
merkittävän osan ihmisen toiminnan ympäristölle aiheuttamista haittal-  
lisista päästöistä. Haitallisten kaasumaisten päästöjen, kuten  
15    hiilimonoksidin (CO), hiilivetyjen (HC) ja typen oksidien (NO<sub>x</sub>) lisäksi  
ajoneuvojen pakokaasujen sisältämät pienhiukkaset on todettu  
merkittäväksi terveysriskiksi ja siten myös pienhiukkaspäästöille on  
lainsäädännöllisesti asetettu tietyt ylärajat. Kehityksen suuntaus on em.  
raja-arvojen jatkuva asteittainen alentaminen sekä niiden saattaminen  
20    samalla kansainvälisesti yhtenäiselle tasolle. Pakokaasupäästöjen raja-  
arvoja asettavia lainsäädännöllisiä tahoja ovat esimerkiksi Euroopan  
Unionin komissio ja Yhdysvalloissa US-EPA (United States Environ-  
mental Protection Agency).

25    Kehitettäessä polttomoottoritekniikkaa tavoitteena alati pienemmät  
pakokaasupäästöt kasvaa samalla moottoreiden säätö- ja diagnos-  
tiikkajärjestelmien merkitys entisestään. Alalla puhutaan yleisesti ns.  
OBD-antureista (OBD, On-Board Diagnostics), joilla tarkoitetaan  
ajoneuvon säätöjärjestelmiä ohjaavia ja/tai ajoneuvon tiettyjen  
30    komponenttien toimintaa valvovia antureita.

OBD-antureita käytetään jatkossa yhä enemmän valvomaan myös  
ajoneuvojen pakokaasujen hiukkaspäästöjen pysymistä sallituissa raja-  
arvoissa. Eräs erityinen sovelluskohde tätä keksintöä ajatellen  
35    voidaankin katsoa olevan ajoneuvojen pakokaasujärjestelmissä  
käytettävien ns. hiukkasloukkujen toiminnan varmistaminen,  
indikoiminen ja/tai ohjaaminen. Näitä hiukkasloukkuja käytetään

erityisesti dieselajoneuvojen pakokaasujärjestelmissä. Tietyn aikaa hiukkasia kerättyään tällainen hiukkasloukku vaatii ns. regeneroinnin, jossa regeneroinnissa hiukkasloukun sisältämät hiukkaset tyypillisesti poltetaan sinänsä tunnetuilla tavoilla esimerkiksi nostamalla

5 hiukkasloukun lämpötilaa ja ohjaamalla samalla hiukkasloukkuun riittävä määrä nokihiukkasten polttamiseen tarvittavaa ilmaa.

US 4,939,466 osittaa orään mittausmonetelmän ja laitteen dieselajoneuvon hiukkasloukun regenerointitapahtuman indikointiin.

10 Ratkaisu perustuu pakokanavassa hiukkasloukun jälkeen sijoitetun sähköisen varausanturin käyttöön. Regeneroinnin aikana syntyvät hiukkaset omaavat luontaisen sähköisen, tyypillisesti positiivisen varauksen joka voidaan havaita pakokanavaan sijoitetulla herkällä varausanturilla. Em. julkaisun opetusten mukaisesti varausanturi voi

15 olla induktiivinen ympyräelektrodi tai sillä voi olla myös verkkomainen rakenne. Anturi kykenee ilmaisemaan sen, milloin hiukkasloukun regenerointi tapahtuu.

US 4,456,883 esittää menetelmän ja laitteen polttomoottorin toiminnan määrittämiseksi pakokaasujen hiukkaspäästöjä mittaamalla. Mittaus-

20 järjestely käsittää pakokanavaan sijoitetun elektrostaattisen anturin, joka havaitsee moottorin eri sylinterien jaksollisesti alkaansaamat hiukkasemissiöt hiukkasten palotapahtuman yhteydessä saamaan luontaiseen varaukseen perustuen. Jaksollista mittaustulosta voidaan

25 keskiarvottaa keskimääräisen hiukkaspäästön määrittämiseksi tai mittaustulosta ajallisesti analysoimalla on mahdollista havaita yksittäisen sylinterin toiminnassa esiintyvät ongelmat.

Edellä mainituissa pakokanavaolosuhteissa tapahtuvaan hiukkasten

30 ilmaisuun tarkoitetuissa tekniikoissa, joissa käytetään hyväksi hiukkasten luontaista varautumista, ongelmaksi muodostuu se että hiukkasten luontainen varautuminen riippuu hyvin monista eri tekijöistä, kuten osimorkiksi polttoaineen laadusta sekä hyvin monimutkaisella tavalla moottorin käyttöolosuhteista ja kuormituksesta. Käytettäessä

35 lisäksi hiukkasloukkuun tai suodatinta ennen mittauspistettä, mittaustulokseen vaikuttaa lisäksi se että hiukkasloukku tai -suodatin

itsessään vaikuttaa varsin monimukaisella tavalla läpipäässeiden hiukkasten sähköiseen varaukseen.

- 5 Tekniikan tasosta tunnetaan myös sellaisia ratkaisuja, joissa ei luoteta pelkästään pakokaasun sisältämien hiukkasten luontaiseen varautumiseen, vaan käytetään erillistä varaajaa hiukkasten varaamiseksi sähköisesti ennen mittauspistettä.
- 10 Julkaisu JP 63255651 esittää hiukkasmittausanturin, jossa pakokaasun sisältämiä hiukkasia varataan katodiektrodin avulla ja niiden lörmäessä edelleen anodiektrodille niiden sisältämä sähköinen varaus havaitaan herkkään virran mittaukseen perustuen.
- 15 Julkaisussa JP 60100046 on esitetty pakokanavaan sijoitettu hiukkasmittausanturi, joka käsittää pakokaasun virtaussuunnassa ennen mittauselektrodeja sijoitetut varauselektrodit. Korkeajännitteisillä varauselektrodeilla pakokaasun sisältämiä hiukkasia varataan negatiivisesti ennen niiden havaitsemista mittauselektrodien avulla.
- 20 Käytettäessä hiukkasten varaamiseen erillistä varaajaa tekniikan tason mukaisesti, aiheuttaa tämä kuitenkin käytännössä seuraavia ongelmia.
- 25 Hiukkasten lukumäärän tarkka mittaus edellyttää periaatteessa sitä, että myös hiukkasten sisältämä varaus tulee tuntea tarkasti. Tekniikan tason ratkaisuissa hiukkasten alkuperäinen palotapahtuman yhteydessä saatu luontainen varaus vaikuttaa mittaustulokseen, koska mainittu varaus summautuu hiukkasten varaajassa saamaan varaukseen. Tämä aiheuttaa merkittävää epätarkkuutta mittaustulokseen. Hiukkasten alkuperäisen luontaisen varauksen vaikutusta voidaan pienentää käyttämällä varaajassa hiukkasille
- 30 riittävän suurta viipymäaikoja sekä riittävän suurta varaustiheyttä, jolloin kaikki hiukkaset varautuvat olennaisesti samalla tavoin saavuttaen tasapainovarauksen. Tämä johtaa käytännössä kuitenkin siihen, että ajoneuvokäyttöä ajatellen joudutaan käyttämään
- 35 epäkäytännöllisen suurikokoisia ja tehokkaita varaajia. Lisäksi tällaiset tehokkaat varaajat toimivat itsessään osittain sähkösuodattimien tavoin ja poistavat helposti varaajan alueelta osan mitattavista hiukkasista.

Nämä varaajaan keräytyvät hiukkaset aiheuttavat siten sekä mittausvirhettä että varaajan likaantumista.

5 Kaikissa tapauksissa mitattaessa hiukkaspäästöjä hiukkasten sähköiseen varaukseen perustuen pakokanavaan sijoitetun hiukkas-  
loukun tai -suodattimen jälkeen, joudutaan mittaamaan varsin pieniä,  
lyypillisesti pilkoampeerien luokkaa olevia virtoja hiukkasten  
suhteellisen vähäisestä lukumäärästä johtuen. Tämä on pakokanavan  
10 vaalivissa olosuhteissa hankalaa toteuttaa erityisesti seuraavista  
syistä. Ensinnäkin pakokaasujen lämpötila on korkea, mittauspisteessä  
lyypillisesti useita satoja C-asteita, mikä aiheuttaa pakokanavaan  
sijoitettujen elektrodien eristeissä merkittäviä vuotovirtoja ja edelleen  
elektrodin läheisyyteen sijoituvalla mittausvahvistimella komponenttien  
15 kohonneesta lämpötilasta aiheutuvaa merkittävää virtakohinaa ja  
biasvirtojen ryömintää. Toiseksi pakokaasut sisältävät eristettä likaavia  
epäpuhtauksia. Eristeiden likaantuminen lisää ajan kuluessa  
vuotovirtoja ja kohinaa mitattavaan virtasignaaliin, aiheuttaen siten  
lisääntyvää virhettä mittauksiloksiin. Varsin merkittävä ongelma  
20 pakokanavaan sijoitetuissa mittalaitteissa on nokhiukkasten  
aiheuttama likaantuminen, joka voi aiheuttaa sekä anturirakenteen  
suoranaista tukkeutumista sekä kaikkien anturiin liittyvien sähköisten  
eristeiden eristyskyvyn heikkenemistä. Lisäksi ionisointi- tai  
varaajaelektrodien toiminta häiriintyy niihin kertyvistä  
nokikerrostumista.

25

#### Keksinnön lyhyt kuvaus ja tärkeimpiä etuja

Nyt käsillä oleva keksintö pyrkii ratkaisemaan edellä kuvattuja,  
tekniikan tason menetelmille ja laitteille ominaisia ongelmia  
30 toteuttamalla erillisen varaajan käyttöön perustuvan hiukkasmittauksen  
uudella ja keksinnöllisellä tavalla.

Keksinnössä käytetään varaajaa hiukkasten varaamiseksi, koska tällä  
lavoiri pakoputkistoon sijoitetun hiukkasloukun tai -suodattimen  
35 vaikutus sen läpäisseiden hiukkasten varausjakautumaan voidaan  
eliminoida sinänsä tunnetulla tavalla varaamalla hiukkaset  
keinotekoisesti vasta mainitun hiukkasloukun -tai suodattimen jälkeen.

Tämän lisäksi nyt käsillä oleva keksintö kykenee ratkaisemaan kuitonkin samanaikaisesti myös seuraavat tekniikan tason ratkaisuja valvaavat ongelmat.

- 5      Keksintö poistaa tarpeen tehokkaan ja siten isokokoisen ja merkittävästi sähkötohoa kuluttavan varaajan käyttämisestä siinä tarkoituksessa, että välttyttäisiin hiukkasten alkuperäisen luontaisen varauksen mittaustulosta vääristävältä vaikutukselta. Samalla poistuvat kaikki suuresta ja tehokkaasta varaajasla aiheutuvat seurannais-  
10 ongelmat, joita ovat mm. suuritehoisen varaajan taipumus kerätä hiukkasia sähkösuolimen lavoin ja silen likaantua, samoin kuin aiheuttaa edelleen myös eristeiden likaantumista ja/tai anturin suoranaista tukkeutumista. Likaantumislaijumuksen vähentyessä myös eristeiden ja elektrodirakenteiden vuotovirrat vähenevät, mikä  
15 parantaa pienten virtojen mittaustarkkuutta ja -herkkyyttä.

- Keksinnön avulla edellä mainitut ongelmat ratkaistaan samanaikaisesti toteuttamalla pakokaasun sisältämien päästöhiukkasten varaaminen varaajassa rajatussa tilavuudessa ja vaihdellen varaajan toimintatilaa, eli varaajan varaustehoa tai varaustapaa ajan suhteen jaksottaisesti tai pulssimaisesti. Hiukkasten varaus mitataan nyt varausmittauselintä käyttäen eroarvona vähintään varaajan kahdessa eri toimintatilassa hiukkasiin tuotetusta varauksesta. Tyypillisesti nämä kaksi eri toimintatilaa ja niiden avulla aikaansaatu hiukkasten varaustilanne ovat  
20 sellaisia, joissa varaajan varaustehoa vaihdellaan päälle - pois tai varaajan varaustapaa välillä negatiivinen varaaminen - positiivinen varaaminen.

- Näiden tarkoitusten toteuttamiseksi keksinnön mukaiselle menetelmälle  
30 on pääasiassa tunnusomaista se, mikä on esitetty ohjeisen itsenäisen patenttivaatimuksen 1 tunnusmerkkiosassa. Keksinnön mukaiselle anturilaitteelle on taas pääasiassa tunnusomaista se, mikä on esitetty ohjeisen itsenäisen patenttivaatimuksen 8 tunnusmerkkiosassa. Muissa epäitsenäisissä patenttivaatimuksissa on esitetty lisäksi keksinnön  
35 eräitä edullisia suoritusmuotoja.

Keksinnön avulla varaajalta vaadittava sähköinen teho voidaan pitää  
 pienenä johtuen mm. siitä että varaaminen suoritetaan rajatussa  
 tilavuudessa, mutta mittaustarkkuus säilyy silti hyvänä hiukkasten  
 mahdollisesta alkuperäisestä luontaisesta varauksesta huolimatta,  
 5 koska mittaus perustuu nyt kahden eri tilanteen välisen eroarvon  
 määrittämiseen. Hiukkasten alkuperäinen varaustila ei olennaisesti  
 vaikuta edes siinä tapauksessa, jossa hiukkasten varausajat  
 varaajassa ovat niin lyhyitä, että varautuminen jää olennaisesti  
 tasapainovarausta pienemmäksi. Tämän ansiosta varaaja voidaan  
 10 toteuttaa myös fyysiseltä kooltaan kompaktiksi ja samalla välttää  
 tarpeeton eristeiden likaantuminen ja anturirakenteiden tukkeutuminen.  
 Samalla myös varaajan itsensä kaasuvirtauksesta hiukkasia poistava  
 "suodatusvaikutus" ja sen mittaustulokseen aiheuttama virhe saadaan  
 eliminoitua.

15 Keksinnön mukaista mittaustapaa käytettäessä myöskään eristeiden  
 vuotovirratt eivät vaikuta lopulliseen tulokseen, koska niiden vaikutus  
 kompensoituu automaattisesti eromittauksessa. Samoin kaikinlainen  
 mitattavien pienien virtojen vaikuttava mittauselektronikan ryömintä  
 20 sekä mittauselektronikasta aiheutuva pienitaajuinen kohina  
 kompensoituvat automaattisesti.

Keksintö mahdollistaa siten erityisen hyvin OBD-käyttöön soveltuvan  
 pakokaasujen hiukkaspitoisuutta mittaavan anturin toteuttamisen, joka  
 25 anturi omaa riittävän herkkyyden myös hiukkasloukun tai -suodattimen  
 jälkeen suoritettaviin mittauksiin.

Koska keksinnöllinen ja uusi ajatus liittyy tässä tapauksessa  
 nimenomaan varaajan ja sen avulla varattujen hiukkasten  
 30 havaitsemiseen käytettävän varausmittauselimen yhteistoimintaan ja  
 kahden varaustilanteen välillä suoritettavaan eromittaukseen, voivat  
 sekä varaaja että varausmittauselin olla toteutettu useammallakin eri  
 tavalla, jotka tavat voivat sinällään olla myös entuudestaan tunnettuja.

35

### Piirustuksen lyhyt kuvaus

5 Keksintö ja sen edut käyvät alan ammattimiehelle paremmin selville oheisesta yksityiskohtaisemmasta selityksestä, jossa keksintöä selostetaan valikoitujen esimerkkien avulla ja ohelseen kuviin viitaten, joissa

10 kuva 1 esittää periaatteellisesti keksinnön erästä ensimmäistä, erillisen varaajan ja varausmittauselimen käyttöön perustuvaa suoritusmuotoa,

kuva 2 esittää periaatteellisesti keksinnön erästä toista suoritusmuotoa, jossa varausmittauselin on toteutettu varaajan yhteyteen,

15 kuva 3 esittää periaatteellisenä lohkokaaaviona keksinnön erästä kolmatta, termisen varaajan ja sähköstaattisen suojauksen käyttöön perustuvaa suoritusmuotoa,

20 kuva 4 esittää periaatteellisenä lohkokaaaviona keksinnön erästä neljättä, jaksollisesti toimivan termisen varaajan käyttöön perustuvaa keksinnön suoritusmuotoa,

25 kuva 5 esittää periaatteellisenä lohkokaaaviona keksinnön erästä viidettä, jäädyttävän ja likaantumiselta suojaavan kaasuvirtauksen käyttöön perustuvaa suoritusmuotoa,

kuva 6 esittää periaatteellisenä lohkokaaaviona erästä tapaa sähköstaattisen suojauksen toteuttamiseen, ja

30 kuva 7 esittää periaatteellisenä lohkokaaaviona erästä toista tapaa sähköstaattisen suojauksen toteuttamiseen.

### Keksinnön yksityiskohtaisempi kuvaus

35

Keksintöä selostetaan seuraavassa valikoituja esimerkkejä käyttäen. On selvää että keksintö ei kuitenkaan ole rajoittunut vain niihin



spesifisesti esitettyihin suoritusmuotoihin, vaan esimerkeissä esitettyjä periaatteita yhdistelemällä voidaan toteuttaa myös muunlaisia suoritusmuotoja jäljempänä esitettävien patenttivaatimusten puitteissa.

##### 5 *Pakokanavaan ennen varausmittauselinä sijoitettu erillinen varaaja*

Keksinnön eräessä ensimmäisessä suoritusmuodossa varaaja C sijoitetaan pakokaasukanavaan C virtaussuunnassa erillisenä komponenttina ennen varausmittauselinä D kuvan 1 periaatteellisesti esittämällä tavalla. Kuvassa 1 on esitetty kuinka varaajan C, tässä esimerkkitapauksessa koronavarajan toimintatilaa muutellaan ajallisesti korkeajännitelähteen HV tuottamaa jännitettä V pulssittamalla. Varaaja C käsittää korkeajännitelähteen HV lisäksi pakokaasukanavaan E sijoitetun elektrodin HVE ja koronakärjen P, joiden välille muodostuu hiukkasten varautumisen aikaansaava sähkökenttä. Elektrodin HVE korkeajännitesyöttö pakokaasukanavan P seinämän lävitse tapahtuu läpivientinä eristeen SC kautta. Rajallu tilavuus VT, jossa hiukkasten varautuminen tapahtuu aikaansaadaan keksinnön mukaisesti sopivimmin verkkomaiseksi muotoillun elektrodin N avulla. Varaajassa C hiukkaset saavat mukaansa lisävarauksen niiden jo ennen varaajaa omaavan luonnollisen varauksen lisäksi.

Verkkomainen elektrodi N määrittää sen rajatun tilavuuden VT, jossa hiukkaset varautuvat, estämällä varaajassa C syntyvien vapaiden ionien karkaamisen ulos elektrodin N määrittämästä tilavuudesta. Ilman elektrodia N nämä ionit, jotka eivät ole luovuttaneet varaustaan pakokaasun sisältämille hiukkasille kulkeutuisivat pakokaasun mukana varausmittauselimelle D summautuen mittaustulokseen. Sähkökenttä elektrodin N määrittämän rajatun tilavuuden VT sisällä on järjestetty sellaiseksi, että kenttä estää vapaiden ionien kulkeutumisen verkkomaisen elektrodin N luokse ja sen lävitse. Varattujen hiukkasten liikkeisiin sen sijaan mainitulla sähkökentällä ei ole merkittävää vaikutusta, joten elektrodi rajoittaa ainoastaan vapaiden ionien poistumista varaajasta C.

Varausmittauselin D on kuvassa 1 järjestetty mittaamaan silmukanmuotoiseen mittauselektrodiin DE indusoituvaa virtaa I

varattujen hiukkasten kulkiessa pakokaasun mukana mainitun silmukan lävitse. Mittauselektrodin DE havaitsema virta viedään läpivientinä eristeen SD kautta vahvistimelle A. Samankaltainen varausmittauselin tunnotaan esimerkiksi patenttijulkaisusta US 4,456,883. Pakokanavaan sijoitettu mittauselektrodi DE voi olla myös 5 sauvamainen tai verkkomainen kuten on tunnettua esimerkiksi patenttijulkaisusta US 4,939,466. Myös muut sinänsä tunnetut ja alan ammattimiehelle ilmeiset elektrodirakenteet pakokaasun sisältämien varattujen hiukkasten havaitsemiseksi ovat mahdollisia. Kuvassa 1 on 10 lisäksi esitetty kuinka varausmittauselimen D havaitsema virta I vaihtelee ajallisesti varaajan C toimintatilan muutosten seurauksena.

Koska olennaista keksinnössä on nimenomaan varaajan C ja varausmittauselimen D toiminta yhdessä hyödyntäen sitä, että 15 hiukkasten varaaminen suoritetaan ajallisesti vaihtelevalla tavalla, voidaan sekä varaaja C että varausmittauselin D toteuttaa useammallakin eri tavalla, jotka voivat olla myös sinänsä tunnettuja.

Yleisimmin hiukkasten varaaminen perustuu hiukkasia kantavan 20 kaasun, tässä tapauksessa pakokaasun ionisointiin ja näin tuotettujen ionien kulkeutumiseen varattavien hiukkasten pinnalle. Tämä varausten kulkeutuminen hiukkasten pinnalle perustuu pääasiassa hiukkasten diffuusioon (nk. Brownin diffuusio) ja/tai ulkopuolisen sähkökentän aikaansaamaan sähköiseen voimavaikutukseen. 25 Hiukkasia kuljettavan kaasun varautuminen voidaan saada aikaan useilla eri tavoilla kuten esimerkiksi kaasun ionisointi radioaktiivisella (tai muulla ionisoivalla) säteilyllä, kaasun ionisointi sähköpurkauksella (kuten kuvassa 1 esitetyllä koronapurkauksella), kaasun kanssa vuorovaikuttavan pinnan lämmittämällä lämpötilaan jossa pinta 30 emittoi elektroneja tai varattuja hiukkasia (ns. terminen emissio), kaasun kanssa vuorovaikuttavaan johdepintaan tuotetulla voimakkaalla sähkökentällä (ns. kenttäemissio) tai kaasun kanssa vuorovaikuttavaan pintaan kohdistetulla energoettisellä valolla (ns. fotoemissio). Lisäksi 35 eräs sinänsä tunnettu tapa on nk. suora fotoionisaatio, joka perustuu sähkömagneettisen säteilyn, osimorkikei valon ainoassa aiheuttamaan elektroniemissioon.

Nyt esillä olevan keksinnön yhteydessä voidaan varaajassa C käyttää mitä tahansa odolla mainittua hiukkasten varausmenetelmää tai muuta alan ammattimiehelle ilmeistä tapaa. Tarkoitukseen soveltuu kuitenkin erityisen hyvin kuvassa 1 esitetty sähköpurkaukseen perustuva koronavaraaja, koska sillä voidaan luottaa pakokaasuun ja rajattuun tilavuuteen VT stabiilisti suhteellisen suuria ionitiheyksiä kohtuullisilla sähkövirroilla ja -jännitteillä. Eräs olennainen etu koronavaraajan käytöstä on sen ominaisuus itsessään estää likahiukkasten kertyminen varauksen tuottavaan elektrodikärkeen P. Tämä ominaisuus perustuu sekä sähköisiin voimavaikutuksiin että koronakärjen P ympärille muodostuvaan suojaavaan kaasuvirtaukseen (nk. koronatuuli).

Hakijat ovat havainneet yllättäen myös sen, että dieselmoottorin pakokaasujen hapettavissa olosuhteissa koronapurkauksella on myös koronakärkeä P suoranaisesti puhdistava vaikutus sen lisäksi, että koronapurkaus hidastaa likahiukkasten kerääntymistä mainittuun elektrodiin. Tämä mahdollistaa koronakärjen P pysymisen puhtaana myös pitkäaikaisessa käytössä, mikä OBD-sovelluksia ajatellen on keskeisen tärkeää. Mitä ilmeisimmin em. ilmiö perustuu sähköpurkauksen tuottamien hapettavien radikaalien vaikutukseen polttaa pois kerääntyvää nokea hapettavassa kaasukehässä.

Keksinnön mukaisessa ratkaisussa, missä varausta tuotetaan jaksottaisesti kytkemällä varaajan C varaustehoa päälle - pois, koronakärki P pääsee kuitenkin likaantumaan niiden jaksoiden aikana, joina purkaus ei ole toiminnassa. Tarvittaessa tämä ongelma ratkaistaan keksinnön eräässä edullisessa suoritusmuodossa siten, että sen sijaan että varaustapahtuman jaksottaminen tapahtuu kytkemällä koronavirtaa päälle ja pois, kytkeminen toteutetaan positiivisen ja negatiivisen koronavirran välillä. Tällöin koronakärjen P likaantumista estävä koronavirta on kytkettynä jatkuvasti ainoastaan virran suunnan vaihdellessa jaksottaisesti.

Keksinnön mukaisessa ratkaisussa varattujen hiukkasten havaitsemiseen käytettävä varausmittauselin D voi olla toteutettu myös useammalla eri tavalla sen lisäksi mitä kuvassa 1 ja seuraavissa esimerkeissä on esitetty. Varausmittauselimiä D voi tarpeen mukaan

- olla myös useampia, jolloin varaajan C eri toimintatilaa (varaustehoa tai varaustapaa) vastaavat mittaukset suoritetaan eri varausmittauselimillä ja keksinnön mukainen ainakin kahden eri varaustilanteen välinen eroarvo määritetään esimerkiksi kahden eri varausmittauselimen antamista signaaleista. Keksinnössä on mahdollista myös käyttää useampaa kuin kahta eri varaustilannetta, jolloin eroarvoja on myös mahdollista laskea useampia. Tällä tavoin on tietyissä tilanteissa mahdollista parantaa mittaustuloksen tarkkuutta, kuten esimerkiksi lineaarisuutta.

10

*Varaajan yhteyteen toteutettu varausmittauselin*

- Keksinnön eräässä toisessa suoritusmuodossa varaaja C sekä varausmittauselin D on yhdistetty yhdeksi kompaktiksi rakenteeksi kuvassa 2 periaatteellisesti esitellyllä tavalla.

15

- Kuvan 2 suoritusmuodossa hiukkasten varaajassa C saama kokonaisvaraus voidaan mitata mittaamalla varaajasta C poistuvaa nettovirtaa. Tämän poistuvan pienen (pikoampeeritasoa olevan) nettovirran mittaamiseksi varaaja C täytyy erottaa galvaanisesti muusta järjestelmästä ja virranmittaus tulee järjestää galvaanisesti erotetun varaajan C ja pakokaasukanavaan E (sen seinämään) galvaanisessa yhteydessä olevan jonkin osan välille.

20

- Kuvassa 2 varaaja C on erotettu galvaanisesti muusta järjestelmästä erotusmuuntajan I ja eristeen SC avulla. Poistuvan nettovirran I:n mittaus on järjestetty varaajan C toisen sähköisen navan (toinen napa kytketty elektrodin HVE) välille vahvistimen A avulla. Vahvistin A mittaa nyt varaajasta C varattujen hiukkasten mukana poistuvaa virtaa.

25

30

- Koronavarajan sijaan kuvan 2 suoritusmuodossa voidaan käyttää myös nk. kipinävaraajaa, jossa verkkomaisen elektrodin N määrittämässä näytetilavuudessa VT oleva kaasunäyte hiukkassineen varataan tuottamalla siihen määrääjain suurjännitepulsseilla nopeita sähköpurkauksia tai sähköisiä läpilyöntejä. Vaikka tällaiset sähköpurkaukset tuottavatkin kaasuun sekä positiivisia että negatiivisia ioneja, on lopputuloksena - elektrodijärjestelyjen muodosta ja koosta

35

riippuen - kuitenkin jomman kumman merkkinen nettovaraus. Etuna tällaisen kipinälähteen käytöllä ovat sen tehokas itsepuhdistuvuus ja sähköpurkausilmiön epäherkkyys rakenteiden ja elektrodien likaantumiselle sekä elektrodien kulumisesta johtuville muodonmuutoksille.

Edellä esitetty pulssimainen ionituotto ja siihen perustuva hiukkasten varaaminen soveltuu luonnostaan hyvin kahden varaustilan vertaamiseen käyttäen vaihtovirtakylkellyä mittaustapaa (AC, alternating current), jolloin tasavirtasignaalin mittaamiseen liittyvistä vaikeuksista voidaan välttää.

*Varaajan toteutus termistä emissioon perustuen*

Keksinnön eräässä kolmannessa suoritusmuodossa varaajan toiminta ja kaasun ionisointi perustuu termisen emissioon hyväksikäyttöön. Kuvassa 3 on esitetty periaatteellisesti eräs tähän tarkoitukseen soveltuva järjestely, jossa varaaja C ja varausmittauselin D on yhdistetty hieman samaan tapaan kuin kuvan 2 suoritusmuodossa.

Kuvan 3 suoritusmuodossa varaaja C käsittää verkkomaisen elektrodin N lisäksi kaksi muuta elektrodia, termisen ionisointielektrodin ET ja suojaelektrodin EG, joiden keskinäistä potentiaalieroaa tai sen napaisuutta voidaan vaihdella jaksottaisesti. Ionisointielektrodi ET on järjestetty lämmitetyksi esimerkiksi resistiivistä kuumennusta käyttäen, jolloin sen kuuma/hehkuva pinta toimii kaasua/hiukkasia ionisoivana elimenä.

Ionisaatioelektrodin ET potentiaalinen  $V_t$  ollessa suurempi kuin sitä ympäröivän suojaelektrodin EG potentiaalinen  $V_g$ , ionisointielektrodin ET termisesti synnyttämät negatiiviset ionit pääsevät siirtymään elektrodin N ulottuville ja siten vahvistimen A avulla toteutetun virranmittauksen havainnoimaan tilaan. Elektrodin EG potentiaalinen  $V_g$  taas ollessa suurempi kuin elektrodin ET potentiaalinen  $V_t$  on negatiivisten ionien pääsy elektrodin N ulottuville ja mitattavaksi estetty. Tällä tavoin AC-mittaustapaa käytettäessä varaajan C toimintatilan ajallinen jaksotus

voidaan toteuttaa anturin sisäisiä, jännitteistä  $V_L$  ja  $V_g$  riippuvia sähkökenttiä jaksottamalla.

5 Eräs toinen tapa termisen varaajan C toiminnan jaksottamiseen on jaksottaa varattuja hiukkasia (elektroneja, ioneja) emittoivan pinnan, eli esimerkiksi ionisointielektrodin ET lämmitystä. Kuvassa 4 on periaatteellisesti esitetty ratkaisu, jossa ionisointielektrodin ET hehkuvirtaa it  
10 vaihdellaan ajallisesti hiukkasten varaamisoksi jaksottaisesti. Tällä tavoin on mahdollista myös yhdistää varaamisessa tarvittava ionien tuotto sekä mainittujen pintojen puhdistaminen noesta. On lisäksi syytä huomata, että lämmitetystä (hehkuvasta) ionisointielektrodista ET siirtyy säteilemällä lämpöä myös lähellä oleville eristepinnoille SC, HC, mikä edesauttaa niiden puhtaana pysymistä ja pienentää siten mittausta häiritseviä vuotovirtoja.

15 Muita käyttökelpoisia ionilähteitä ovat kaasua ionisoiva radioaktiivinen lähde, kuten esimerkiksi  $Ni^{63}$  beetasäteilijä tai  $Am^{241}$  alfasäteilijä. Ionituoton jaksottaminen voidaan saada aikaan samankaltaisella ratkaisulla, joka on edellä kuvan 3 yhteydessä esitetty termiselle  
20 ionilähteelle anturin sisäisiä sähkökenttiä kytkemällä. Näitä mainittuja sähkökenttiä voidaan käyttää hyväksi myös muiden varausmenetelmien yhteydessä, kuten esimerkiksi koronavarajaa käytettäessä.

25 Alan ammattimiehelle on selvää, että erityisesti kaikille niille sähköisille eristeille, joiden yli kulkevat vuotovirrat summautuvat mitattavaan signaaliin I, I<sub>net</sub> asetetaan erittäin suuret puhtausvaatimukset. Pakokaasukanavan E olosuhteissa eristeiden lämpötilan nousu myös tyypillisesti huonontaa eristeiden eristyskykyä. Pienistä mitattavista  
30 virroista johtuen mittauselektroniikkaa joudutaan sijoittamaan varausmittauselektrodin/-elektrodien välittömään läheisyyteen, jolloin ajoneuvon pakokaasukanavan korkeat lämpötilat aiheuttavat myös mittauselektroniikan lämpenemistä. Tämä lisää mm. mittauselektroniikan aiheuttamaa kohinaa.

35 Ongelmat elektroniikan liian korkeasta lämpötilasta ja eristeiden likaantumisesta sekä lämpenemisestä aiheutuvasta eristyskyvyn

huononemisesta ratkaistaan keksinnön eräässä suoritusmuodossa yhdistämällä periaatteet elektronikan ja eristeiden ilmajäähdytyksestä sekä eristeiden likaantumista estävästä suojailmapuhalluksesta.

- 5 Kuvassa 5 on periaatteellisesti esilelly ratkaisu, jossa eriste SC on valmistettu huokoisesta kaasua läpäisevästä materiaalista. Mittauselektronikka mukaan lukien vahvistin A sekä korkea-
- 10 jännitelähde HV on sijoitettu yhteiseen koteloon B siten, että puhallettaessa mittauselektronikkaa jäähdyllävää kaasua (tyypillisesti ilmaa) sisään koteloon B, purkautuu mainittu kaasu kokonaan tai osittain eristeen SC kautta pakokaasukanavaan E. Eristeen SC läpi purkautuva kaasu estää tehokkaasti eristeen pinnan likaantumista, samalla kun kaasu jäähdyllää sekä eristettä SC että kotelon B sisällä olevia komponentteja.
- 15 Kuvan 5 varaajan perustuessa diffuusiovarauksen käyttöön, eli esimerkiksi koronavarajaan, on mahdollisuus toimia sellaisella ionipitoisuuden ja varaustilavuuden alueella, että hiukkasten varautuminen riippuu olennaisesti vain ionitiheyden ja varautumisajan tulosta. Tässä tilanteessa kuvan 5 periaatteellisesti esittämässä
- 20 ratkaisussa vahvistimen A havaitsema poistuva varaus (nettovirta  $I_{net}$ ) on verrannollinen hiukkaspitoisuuteen riippumatta verkkomaisen elektrodin N määrittämän varaustilavuuden läpi kulkevan kaasuvirtauksen nopeudesta. Eromittaukselta varten suoritettavassa
- 25 vertailevassa mittauksessa voidaan eliminoida hiukkasten omaavan alkuperäisen varauksen vaikutus mittaustulokseen. Tämä toteutuu erityisen hyvin kun varaajan toimintatilan jaksollinen kytkentä tehdään positiivisen ja negatiivisen varauspolariteetin välillä.
- 30 Seuraavassa käsitellään vielä tarkemmin eräitä seikkoja, joita tulee huomioida keksinnön mukaisten anturirakenteiden toteutuksessa.
- Varaajan C aikaansaamien varausjaksojen suhteelliset ajalliset kestopituudet (varaaja päällä - pois päältä jaksot) voivat vaihdella
- 35 vapaasti kulloisenkin sovelluksen vaatimalla tavalla. Mainitut kestopituudet voivat olla myös keskenään yhtäsuuret, jolloin varaaja toimii 1:1 pulssisuhteella. Varaajan teho em. varausjaksoissa voidaan

valita myös muuksi kuin 0 tai 100 % lehdoksi. Varaustehoa voidaan tarvittaessa vaihdella jaksollisesti myös useamman kuin kahden eri tehotason välillä. Peräkkäisten varausjaksujen taajuus voidaan valita kulloisenkin sovelluksen mukaisesti esimerkiksi väliä 0.1 – 10 Hz.

5

Kuvissa 6 ja 7 on esitetty periaatteellisesti ratkaisuja, jotka edelleen parantavat keksinnön mukaisen anurilaitteen sähköstaattista suojausta sekä vähentävät edelleen ionien karkautusta näytetilavuudesta VI.

- 10 Vorkkomaisen elektrodin N eräänä merkittävänä tehtävänä on pienentää hajakapasitanssia, joka muodostuu elektrodin LIVE aikaansaaman sähkökentän ja pakokaasukanavan E seinämien välille. Tämä hajakapasitanssi, jota kuvassa 6 havainnollistaa katkoviivoin piirretty kondensaattori CA, vaikuttaa mitattavaan virtaan I<sub>net</sub> 15 mittavirhettä aiheuttaen. Lisäksi verkkomaisen elektrodin N tehtävänä on estää sen sisälle muodostuvan sähkökentän avulla vapaiden ionien karkaaminen näytetilavuudesta VT kuten edellä on jo selostettu. Näiden elektrodin N sähköiseen toimintaan liittyvien tavoitteiden saavuttamiseksi elektrodin N muodostama verkko tai vastaava tulisi 20 olla mahdollisimman tiheä, jolloin vastaavasti pakokaasun ja sen sisältämien hiukkasten virtaaminen mainitun elektrodin N lävitse vaikeutuu ja elektrodin rakenne saattaa jopa kokonaan tukkeutua.

- 25 Sekä sähköisessä että virtausteknisessä mielessä optimaalinen toiminta saavutetaan kuvassa 6 esitetyllä ratkaisulla, jossa rajatun näytetilavuuden VT määrittävä verkkomainen elektrodi N ympäröidään vielä toisella verkkomaisella lisäelektrodilla NS. Nyt nämä mainitut elektrodit N, NS muodostavat yhdessä tehokkaan hajakapasitanssia CA estävän sähköstaattisen suojauksen ja estävät tehokkaasti myös 30 vapaiden ionien karkaamisen näytetilavuudesta VT, vaikka elektrodien verkkomainen tai muutoin reilitetty rakenne olisikin järjestetty väljäksi/harvaksi niissä olevien aukkojen määrää/kokoa kasvattamalla, jolloin ne eivät tukkeudu eivätkä estä pakokaasun ja hiukkasten virtausta näytetilavuuden VT lävitse. Kahdella tai useammalla 35 peräkkäisellä harvemmalla verkkomaisella elektrodilla N, NS saavutetaan yhdessä parempi kompromissi sähköisen toiminnan ja



virtausteknisen toiminnan kannalta, kuin pelkästään yhtä elektrodia käyttämällä.

- 5 Ulompi lisäelektrodi NS voidaan kuvan 6 mukaisesti kytkeä sähköisesti yhteen elektrodin N kanssa, tai kuvassa 7 esitetyllä tavalla lisäelektrodiin voidaan kytkeä elektrodista N polkkeava potentiaali  $-V$ .

- 10 Alan ammattimiehelle on selvää, että keksinnön mukaisessa anturilaitteessa pakokaasun sisältämien yksittäisten hiukkasten näytetilavuudessa VT saama varaus voi olla joko tasapainovaraus tai tätä pienempi. Hiukkasten viipymäajan ollessa riittävä, hiukkaset saavuttavat näytetilavuuden läpi kulkiessaan tasapainovarauksen, jolloin mittaustulos riippuu olennaisesti pakokaasun virtausnopeuden ja hiukkastiheyden tulosta. Tilanteessa, jossa hiukkasten viipymäaika
- 15 näytetilavuudessa VT on pienempi kuin mitä tarvitaan tasapainovarauksen muodostumiseen, mittaustulos riippuu näytetilavuuden VT varaustiheyden ja viipymäajan tulosta.

Patenttivaatimukset:

1. Menetelmä hiukkaspäästöjen määrittämiseksi olennaisesti käytön-  
aikaaisesti polttomoottorin pakokaasusta pakoputkistossa tai vastaa-  
5 vassa pakokaasukanavassa (F), jossa menetelmässä pakokaasujen  
sisältämiä päästöhiukkasia varataan ja hiukkaspäästöjä määritetään  
päästöhiukkasten kuljettamaa sähköistä varausta mainitussa pako-  
kaasukanavassa (E) mittaamalla, **tunnettu** siitä, että päästöhiukkasia  
varataan varaustapaa tai varaustehoa ajan suhteen vaihdellen siten  
10 että mainitun varaamisen tuloksena esiintyy keskenään ainakin  
kahteen erillaiseen sähköiseen varaustilaan saatettuja päästöhiukkasia,  
jolloin päästöhiukkasten varausta määritetään edelleen eroarvona/  
arvolna, jotka on mitattu mainittuun ainakin kahteen erillaiseen  
sähköiseen varaustilaan saatetuista päästöhiukkasista.
- 15 2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että  
päästöhiukkasten varaaminen suoritetaan rajatussa näytetilavuudessa  
(VT), johon johdettuun pakokaasuun tuotetaan ioneja ja/tai elektroneja  
niiden pitoisuutta tai napaisuutta ajallisesti jaksollaisesti tai pulssi-  
20 maisesti vaihdellen.
3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että  
mainitussa näytetilavuudessa (VT) varaustehoa vaihdellaan olen-  
naisesti päälle - pois tilojen välillä.
- 25 4. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että  
mainitussa näytetilavuudessa (VT) varaustapaa vaihdellaan välillä  
negatiivinen varaaminen - positiivinen varaaminen.
- 30 5. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen mukainen menetelmä,  
**tunnettu** siitä, että päästöhiukkasten varaaminen suoritetaan säh-  
köiseen koronapurkaukseen perustuen.
- 35 6. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen mukainen menetelmä,  
**tunnettu** siitä, että päästöhiukkasten saamaa sähköistä varausta  
määritellään niiden varaamistapahtumassa saamana nettovarauksena  
(Inet).

7. Patenttivaatimuksen 6 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että päästöhiukkasten varaaminen suoritetaan galvaanisesti muusta järjestelmä erotetun varaajan (C) avulla ja että päästöhiukkasten saamaa nettovarausta (Inet) määritellään niiden mainitusta varaajasta (C) mukanaan kuljettamaa poistuvaa virtaa mittaamalla, joka poistuva virta mitataan mainitun varaajan (C) ja jonkin pakokaasukanavan (E) seinämään galvaanisessa kontaktissa olevan pisteen väliltä.
8. Anturilaitte hiukaspäästöjen määrittämiseksi olennaisesti käytön-alkaisesti polttomoottorin pakokaasuista pakoputkistossa tai vastavassa pakokaasukanavassa (E), joka laite käsittää ainakin yhden mainittuun pakokaasukanavaan (E) järjestetyn varaajan (C) pakokaasujen sisältämien päästöhiukkasten varaamiseksi ja ainakin yhden mainittuun pakokaasukanavaan (E) järjestetyn varausmittauselimen (D) päästöhiukkasten kuljettaman sähköisen varauksen mittaamiseksi, **tunnettu** siitä, että mainittu ainakin yksi varaaja (C) on järjestetty varaamaan päästöhiukkasia varaajan varaustapaa tai varaustehoa ajan suhteen vaihdellen siten, että esiintyy ainakin kahteen erilaiseen sähköiseen varaukseen saatettu päästöhiukkasia, jolloin mainittu ainakin yksi varausmittauselin (D) on järjestetty määrittämään päästöhiukkasten kuljettamaa varausta eroarvona/-arvoina, jotka on mitattu mainittuun ainakin kahteen eri sähköiseen varaukseen saatetuista päästöhiukkasista.
9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen anturilaitte, **tunnettu** siitä, että mainittu anturilaitte käsittää välineet (N, NS) rajatun näytetilavuuden (VT) muodostamiseksi, johon näytetilavuuteen ja siihen johdettuun pakokaasuun mainittu ainakin yksi varaaja (C) on järjestetty tuottamaan ioneja ja/tai elektroneja niiden pitoisuutta tai napaisuutta jaksottaisesti tai pulssimaisesti varaajan (C) varaustehoa tai varaustapaa vaihdellen.
10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen anturilaitte, **tunnettu** siitä, että mainitut välineet rajatun näytetilavuuden muodostamiseksi muodostuval yhdestä verkkomaisesta tai muutoin rakenteeltaan pakokaasun virtauksen ja sen sisältämät päästöhiukkaset läpäisevästä

elektrodista (N), tai useammasta mainitun kaltaisesta keskenään  
sisäkkäisestä elektrodista (NS).

5 11. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen 8-10 mukainen  
anturilaite, tunnettu siitä, että mainitun ainakin yhden varaajan (C)  
varaustehoa vaihdellaan olennaisesti päälle - pois tilojen välillä.

10 12. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen 8-11 mukainen  
anturilaite, tunnettu siitä, että mainitun ainakin yhden varaajan (C)  
varaustapaa vaihdellaan välillä negatiivinen varaaminen - positiivinen  
varaaminen.

15 13. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen 8-12 mukainen  
anturilaite, tunnettu siitä, että mainittu ainakin yksi varaaja (C) on  
termiseen emissioon perustuva varaaja.

20 14. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen 8-12 mukainen  
anturilaite, tunnettu siitä, että mainittu ainakin yksi varaaja (C) on  
sähkömagneettisen säteilyn käyttöön perustuva varaaja.

25 15. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen 8-14 mukainen  
anturilaite, tunnettu siitä, että mainittu ainakin yksi varaaja (C) ja  
mainittu ainakin yksi varausmittauselin (D) on rakenteellisesti integroitu  
olennaisesti yhdeksi anturirakenteeksi (C,D).

30 16. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen 8-14 mukainen  
anturilaite, tunnettu siitä, että mainittu ainakin yksi varaaja (C) on  
järjestetty pakokaasukanavaan (E) pakokaasun virtaussuunnassa  
erillisenä ennen mainittua ainakin yhtä varausmittauselintä (D).

35 17. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen 8-16 mukainen  
anturilaite, tunnettu siitä, että mainittu ainakin yksi varausmittauselin  
(D) on järjestetty määrittämään päästöhiukkasten saamaa sähköistä  
varausta niiden mainitulla ainakin yhdellä varaajalta (C) saamana  
nettovarauksena (net).

18. Patenttivaatimuksen 17 mukainen anturilaitte, **tunnettu** siitä, että mainittu ainakin yksi varaaaja (C) on erotettu galvaanisesti muusta järjestelmästä ja että mainittu ainakin yksi varausmittauselin (D) on järjestetty määrittämään päästöhiukkasten saamaa nettovarausta (Inet)
- 5 niiden mainitusta varaaajasla (C) mukanaan kuljettamaa poistuvaa virtaa mittaamalla, joka poistuva virta mitataan mainitun varaaajan (C) ja jonkin pakokaasukanavan (E) seinämään galvaanisessa kontaktissa olevan pisteen väliltä.
- 10 19. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen 8-18 mukainen anturilaitte, **tunnettu** siitä, että anturilaitte käsittää lisäksi välineet mainitun ainakin yhden varaaajan (C) ja/tai mainitun ainakin yhden varausmittauselimen (D) tai niihin liittyvien komponenttien jäähdyttämiseksi kaasuvirtauksella.
- 15 20. Patenttivaatimuksen 19 mukainen anturilaitte, **tunnettu** siitä, että mainittu kaasuvirtaus johdetaan anturilaitteen rakenteiden lävitse ja edelleen pakokaasukanavaan (E) yhden tai useamman huokoisen ja/tai reiätetyn sähköisenä eristimenä toimivan komponentin (SC) läpi
- 20 mainitun komponentin jäähdyttämiseksi ja sen liikaantumisen estämiseksi.
- 25 21. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen 8-20 mukainen anturilaitte, **tunnettu** siitä, että anturilaitte käsittää välineet (N, NS, EG) anturilaitteen sisäisten sähkökenttien muutoksista aiheutuvien häiriövirtojen eliminoinemiseksi sähköstaattiseen suojaukseen perustuen.

Tiivistelmä :

Keksintö kohdistuu menetelmään ja anturilaitteistoon hiukkaspäästöjen määrittämiseksi olennaisesti käytön-aikaisesti polttomoottorin pakokaasuista pakoputkistossa tai vastaavassa pakokaasukanavassa (E), jossa menetelmässä pakokaasujen sisältämiä päästöhiukkasia varataan ja hiukkaspäästöjä määritetään päästöhiukkasten kuljettamaa sähköistä varausta mainitussa pakokaasukanavassa (E) mittaamalla. Keksinnön mukaisesti päästöhiukkasia varataan varaustapaa tai varaustehoa ajan suhteen vaihdellen siten että mainitun varaamisen tuloksena esiintyy keskenään ainakin kahteen erilaiseen sähköiseen varaustilaan saatettuja päästöhiukkasia, jolloin päästöhiukkasten varausta määritetään edelleen eroarvona/-arvoina, jotka on mitattu mainittuun ainakin kahteen erilaiseen sähköiseen varaustilaan saatetuista päästöhiukkasista. Keksintö mahdollistaa hiukkaspäästöjen tekniikan tasoa tarkemman mittaamisen.

Fig. 2

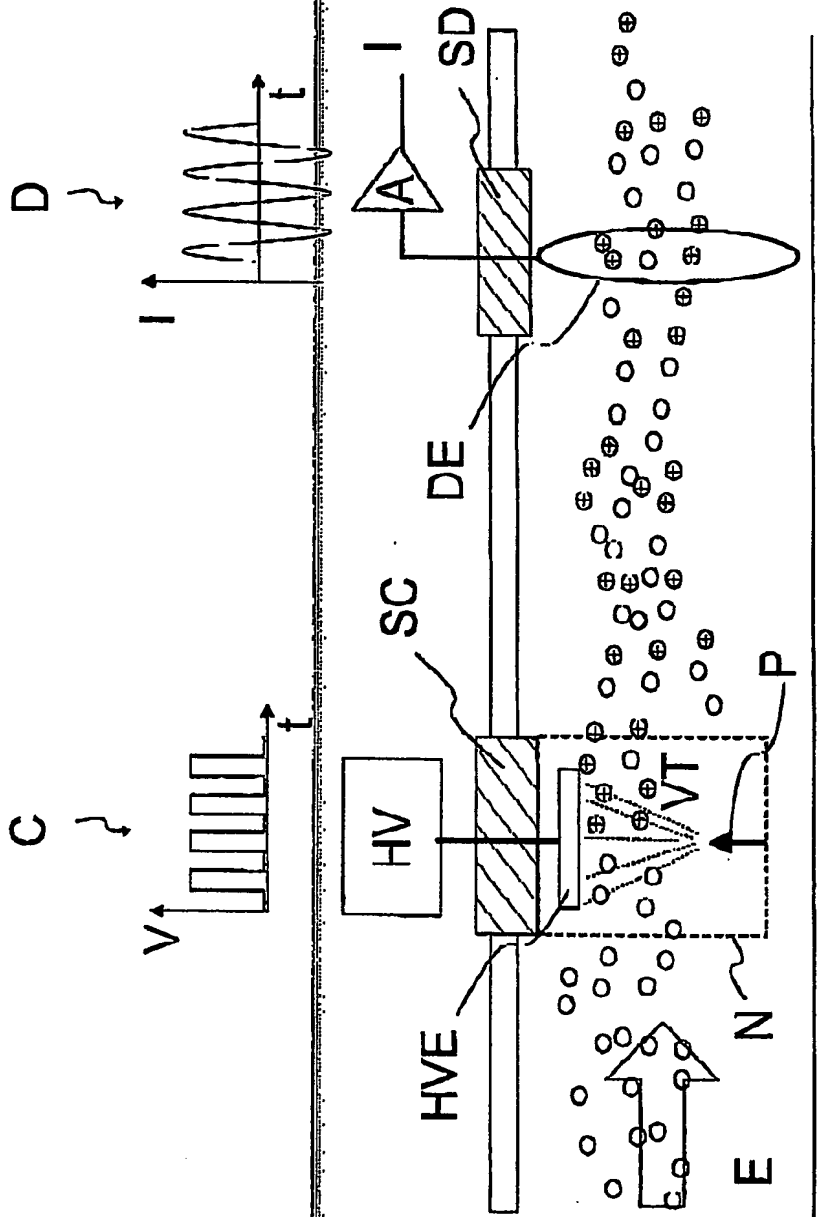


Fig. 1

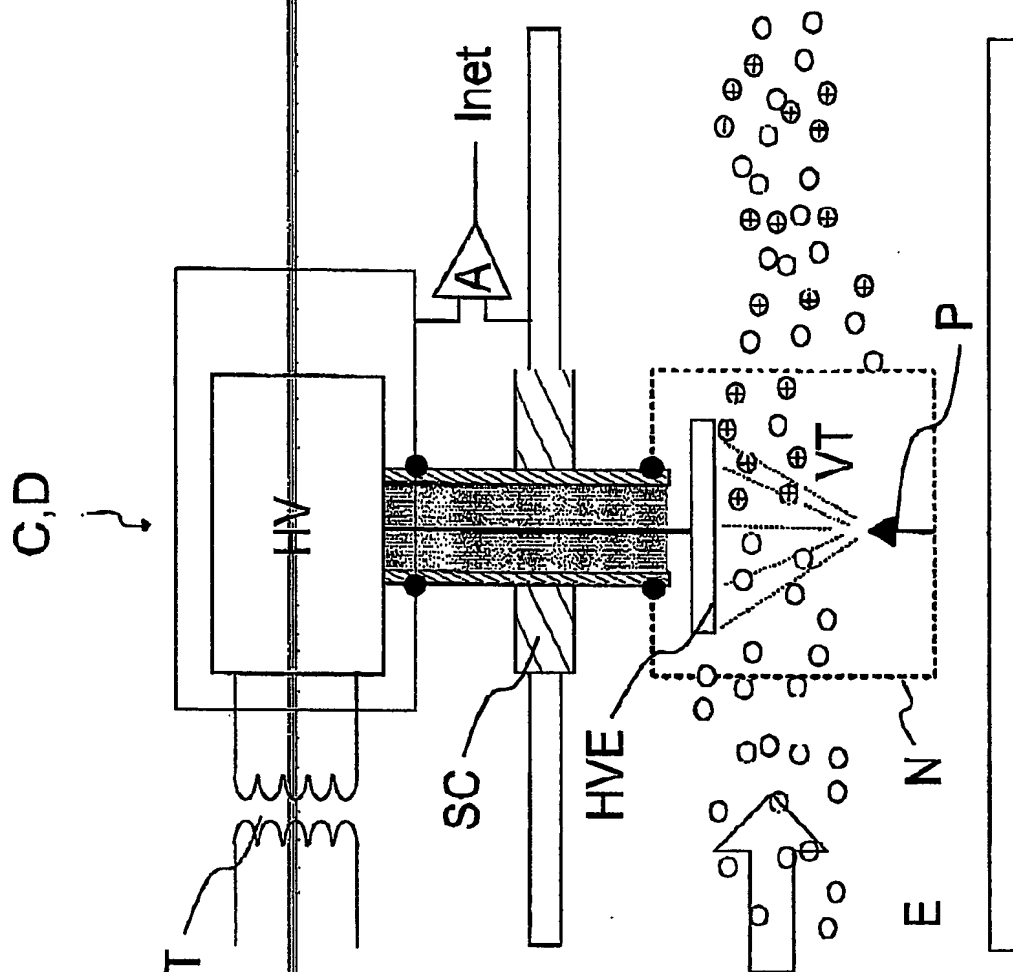


Fig. 2



C,D

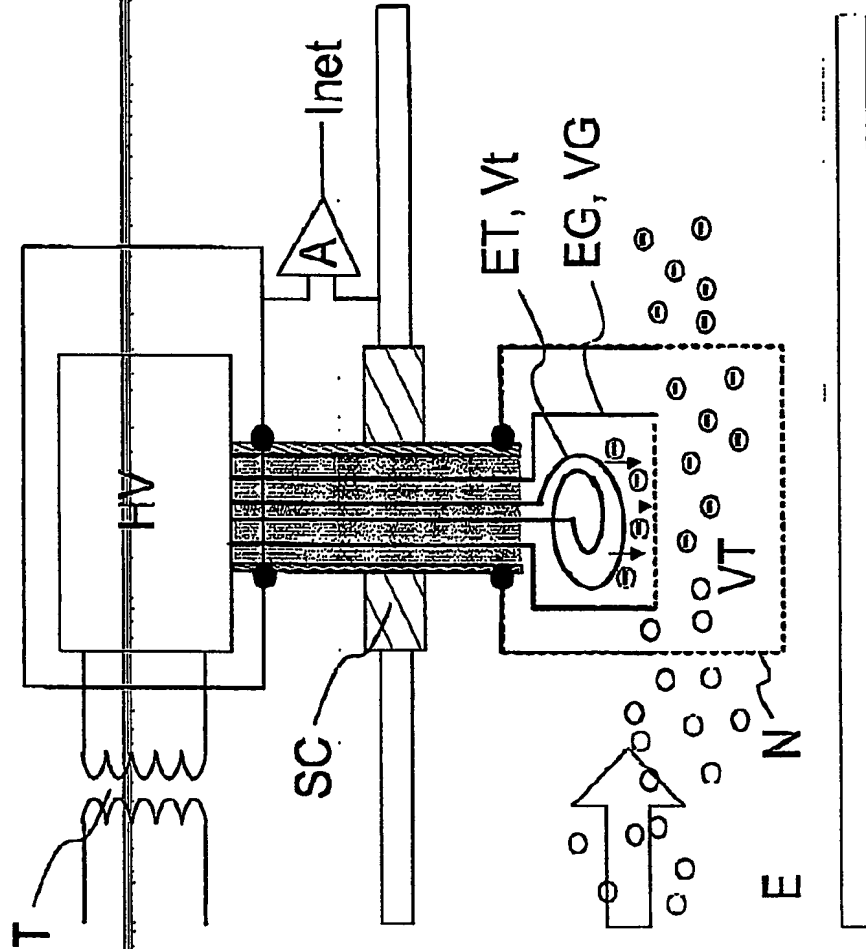


Fig. 3

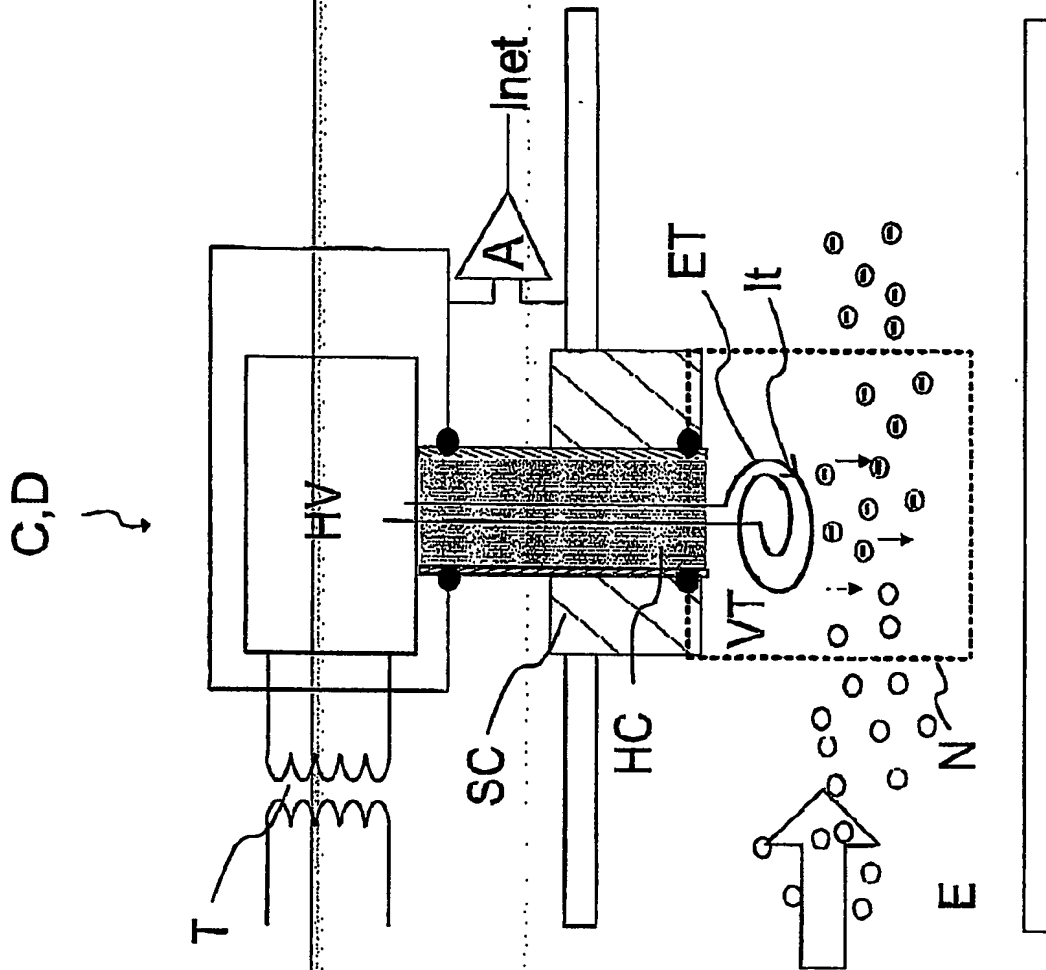


Fig. 4

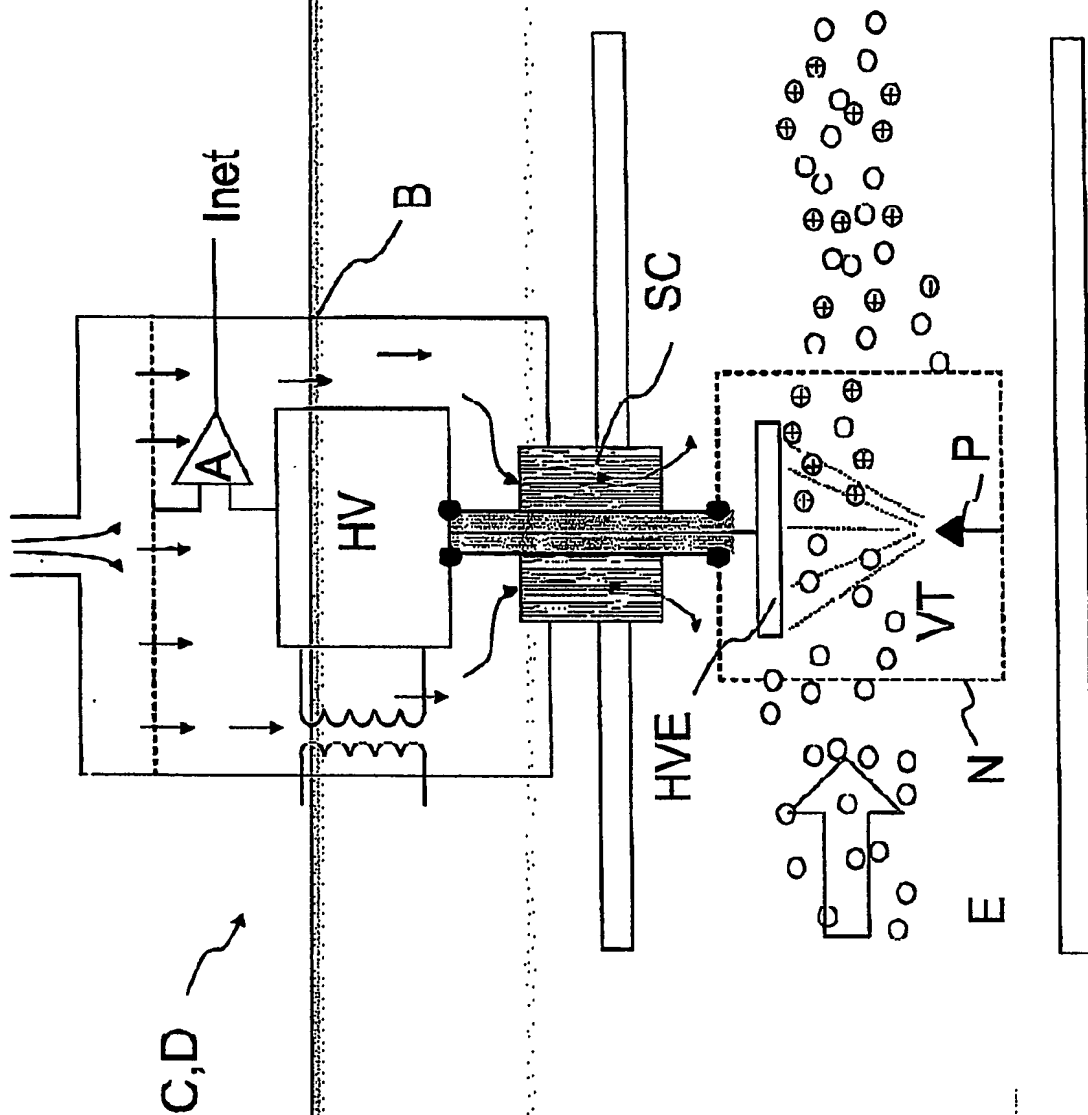


Fig. 5

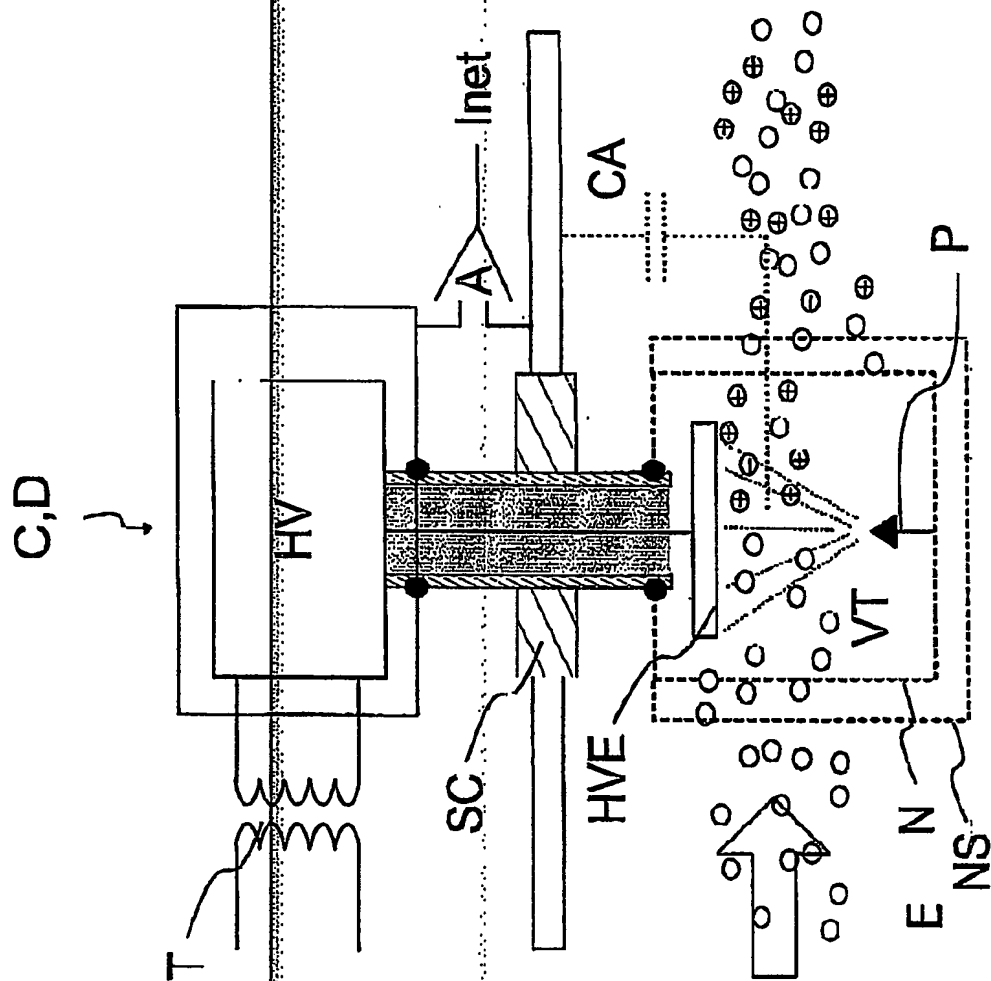


Fig. 6



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**